

# 基于可视化数据分析的教学案例库构建

雷喜梅<sup>1</sup>, 杨 景<sup>2</sup>, 许益鹏<sup>1</sup>, 申屠旭萍<sup>1</sup>

<sup>1</sup>中国计量大学生命科学学院, 浙江 杭州

<sup>2</sup>浙江理工大学机械工程学院, 浙江 杭州

收稿日期: 2025年9月30日; 录用日期: 2025年11月25日; 发布日期: 2025年12月4日

## 摘 要

文章依托可视化数据分析技术, 解决机械设计基础课程中机构运动学、动力学理论抽象、难以直观理解的痛点问题, 将虚拟样机等新兴技术深度融入传统机械课程, 开发“问题背景 - 理论支撑 - 技术方案 - 实验数据”模块化的教学案例范式, 覆盖齿轮传动、四杆机构、凸轮机构等核心内容, 提供动态仿真、参数化分析等资源, 使抽象概念可视化。将数据可视化与案例教学深度融合, 构建“数据可视 - 动态仿真 - 实践验证”的教学体系, 显著提升学生解决复杂工程问题的能力。通过案例库的开发, 使学生能够直观理解齿轮啮合原理、四杆机构运动特性等核心理论知识, 同时培养其数据分析和工程思维能力, 提升课堂互动质量, 最终达成提高课程教学效率、增强学生设计创新能力的目标, 并为同类课程的教学改革提供可借鉴的实践经验。

## 关键词

可视化数据, 教学案例, 建模仿真, 数据分析

# Construction of a Teaching Case Library Based on Visual Data Analysis

Ximei Lei<sup>1</sup>, Jing Yang<sup>2</sup>, Yipeng Xu<sup>1</sup>, Xuping Shentu<sup>1</sup>

<sup>1</sup>College of Life Sciences, China Jiliang University, Hangzhou Zhejiang

<sup>2</sup>School of Mechanical Engineering, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou Zhejiang

Received: September 30, 2025; accepted: November 25, 2025; published: December 4, 2025

## Abstract

Based on visual data analysis technology, this paper addresses the challenges in the fundamental

文章引用: 雷喜梅, 杨景, 许益鹏, 申屠旭萍. 基于可视化数据分析的教学案例库构建[J]. 创新教育研究, 2025, 13(12): 1-7. DOI: 10.12677/ces.2025.1312926

mechanical design course, where kinematic and dynamic theories are often abstract and difficult to visualize. It deeply integrates emerging technologies such as virtual prototyping into traditional mechanical courses, developing a modular teaching case framework structured around “problem context-theoretical support-technical solution-experimental data”. This framework covers core topics such as gear transmission, four-bar mechanisms, and cam mechanisms, providing resources like dynamic simulation and parametric analysis to make abstract concepts visually accessible. By deeply integrating data visualization with case-based teaching, a teaching system of “data visualization-dynamic simulation-practical verification” is constructed, significantly enhancing students’ ability to solve complex engineering problems. Through the development of this case library, students can intuitively understand core theoretical knowledge, such as gear meshing principles and the motion characteristics of four-bar mechanisms, while cultivating their data analysis and engineering thinking skills. This approach improves classroom interaction quality, ultimately achieving the goals of enhancing teaching efficiency and strengthening students’ design and innovation capabilities. It also provides valuable practical experience for teaching reforms in similar courses.

## Keywords

Visualized Data, Teaching Cases, Modeling and Simulation, Data Analysis

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

随着全球制造业加速向智能化、数字化、绿色化转型，我国正处于从制造大国迈向制造强国的关键时期，《中国制造 2025》等国家战略对高素质机械工程人才提出了更高要求。近年来，随着智能制造、工业互联网、人工智能等新兴技术的快速发展，机械工程领域对应用型创新人才的需求日益增长[1]。“四新”背景(新工科、新医科、新农科、新文科)是高等教育应对新一轮科技革命和产业变革的重要战略举措，同时新工科建设是作为提升人才培养水平的重要内容。新工科对机械类应用型创新人才培养体系提出了新的要求和挑战[2]，传统的单一学科培养模式已难以满足产业对复合型、创新型人才的要求，因此，构建多元融合的培养体系成为高等教育改革的重要方向。在此背景下，新工科建设作为高等教育改革的重要方向，强调打破学科壁垒，强化实践创新，对《机械设计基础》等核心课程的教学模式提出了全新挑战。该课程理论性强、概念抽象，学生在机构运动学、动力学等核心内容的理解上常存在障碍，传统以理论讲解与公式推导为主的教学方法难以有效培养学生解决复杂工程问题的能力。

为应对这一挑战，教育界广泛探索了技术增强型教学方法。在基于仿真的工程教育领域，虚拟样机技术(如 ADAMS、SolidWorks)已被引入教学，用于演示机械机构的运动过程和受力分析[3]-[5]。然而，现有应用多侧重于仿真动画的静态展示，缺乏对仿真背后数据的深度挖掘与交互式分析，使学生处于“被动观看”状态，难以建立参数调整与性能输出之间的量化关联。在教学案例库开发方面，现有研究虽强调案例教学的重要性[6][7]，但案例结构往往呈“问题-解决方案”的线性模式，资源松散，未能形成系统化、模块化的资源体系，尤其缺乏将“理论、数据、仿真”融为一体的标准化框架。在可视化学习工具方面[8][9]，相关工具虽能提供图形化输出，但通常作为独立模块存在，未与课程的核心知识图谱及完整的工程设计流程(设计-仿真-优化)深度嵌套，其教学潜力未能充分发挥。

本文研究的核心切入点在于：克服现有仿真教学“重演示、轻分析”、案例库“结构松散、资源割

裂”、可视化工具“功能孤立、未成体系”的局限性，构建一个“问题背景－理论支撑－技术方案－实验数据”四维一体的模块化结构、动态仿真与交互式数据可视化的深度融合、“数据可视－动态仿真－实践验证”的闭环教学的可视化数据分析教学案例库。

2. 课程内容分析

《机械设计基础》课程作为机械类专业课程中的重要内容，涉及运动分析、结构分析等在解决实际工程问题方面的实用内容，课程整体理论性较强，主要是连杆机构、凸轮机构、齿轮传动等重要章节的基本知识、基本理论和基本方法。本课程要求学生掌握机械中的常用机构和通用零部件的工作原理、结构特点、基本的设计理论和设计计算方法等，要求学生结合本课程的学习，能够综合运用所学的基础理论和技术知识，联系生产实际和机器的具体工作条件设计合用的零(部)件及简单的装置机械，以便为顺利过渡到专业课程的学习及进行专业产品与设备的设计打下基础。但在当前的机械设计基础课程教学中，理论讲解与公式推导占据主导地位，而直观的数据可视化分析内容相对匮乏，导致学生在理解抽象概念和复杂工程问题时存在一定障碍。例如，在讲解应力分布、疲劳寿命或传动效率等关键知识点时，课程多依赖静态图表或文字描述，缺乏动态数据模拟和交互式可视化工具的支持。这种教学方式难以让学生直观感受不同参数(如载荷、转速、材料属性)对机械性能的影响，也不利于培养其数据驱动的设计思维。目前机械设计基础课程案例中存在的共性问题如图 1 所示，其核心是缺乏可视化数据的教学案例帮助学生建立“设计－仿真－优化”的闭环认知，从而充分发挥教学案例在教学环节中的辅助作用以弥补传统教学模式的不足。

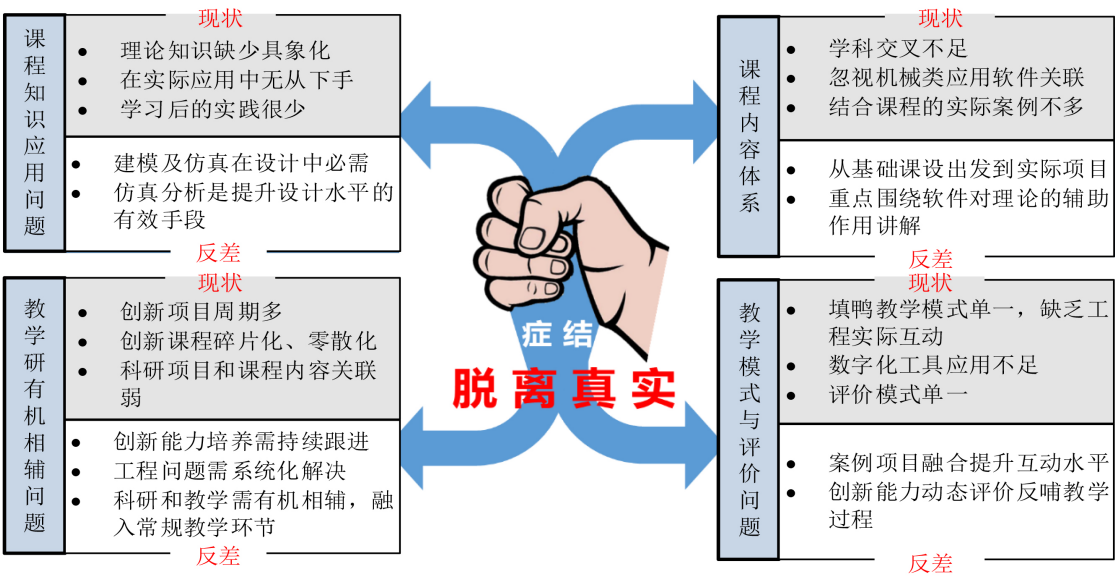


Figure 1. Common issues in teaching cases for the “Fundamentals of Mechanical Design” Course  
图 1. 机械设计基础课程案例中存在的共性问题

3. 可视化教学案例搭建探索

在新工科建设背景下，针对性地制定与改革课程教学内容已成为课程建设的核心议题。其目标在于打破传统理论教学与工程实践之间的壁垒，培养具备扎实理论根基、卓越工程能力和创新素养的复合型人才。本项目深刻把握这一方向，在系统讲授《机械设计基础》理论知识的同时，直面学生在理论学习中“验证闭环”缺失的核心痛点，以课程中的重点与难点知识点为精准切入点，深度融合现代工程软件

的应用。通过将抽象的公式、定理和设计准则转化为可交互、可观测的数据化结果、可视化图形、特征化曲线和具象化模型,有效改善知识的呈现与消化方式。这一过程不仅旨在提升学生的理论闭环验证能力,更着力于锻造其运用现代工具进行机械分析与设计的创新工程能力,从根本上加强学生创新素养的系统性培养。通过精心设计的典型案例,我们将帮助学生建立起“分析问题(明确需求)-提取核心(抽象模型)-联系理论(公式计算)-工程手段(软件验证)-解决问题(优化设计)”的完整工程思维链条,从而实现知识传授、能力培养与价值塑造的有机统一。本项目主要从课程授课内容重构、教学手段创新、教学数据生成与应用等维度着手进行系统性改善,以期实质性提升学生的创新素养和综合工程实践能力。

### 3.1. 机械设计基础课程核心理论知识图谱构建

针对机械类基础课程核心知识点较多且理论性强、可视化弱的问题,本研究首先系统梳理了机械设计基础课程的知识体系,构建了以“运动分析-受力计算-工作特性”为核心的知识框架。采用三维评估模型(认知复杂度、数学工具需求、空间想象要求)对理论模块进行难度分级,并建立“理论-可视化-工程案例”映射库。重点聚焦机构基本特性(如自由度计算、瞬心分析)和典型机械系统(齿轮传动、四杆机构、凸轮机构)的核心理论模块,建立“运动分析-受力计算-工作特性”三位一体的知识框架。针对传统教学中的抽象难点(如渐开线齿轮啮合原理、凸轮运动规律设计),建立概念关联模型,标注“公式-原理-应用”的逻辑关系。同时,结合教学实践反馈,初步划分“基础认知-特性分析-综合设计”三层次架构,为后续难度分级奠定基础。以四杆机构为例的知识点关联如图2所示。

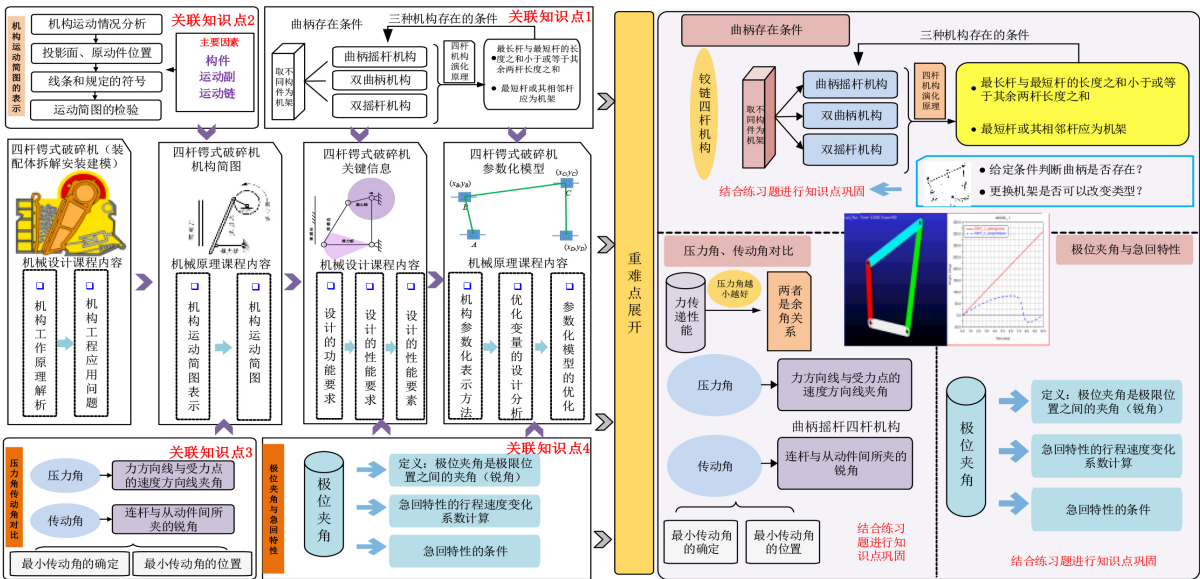


Figure 2. A set of course knowledge point associations taking the four-bar mechanism as an example

图2. 以四杆机构为例的课程知识点关联集合

在课程内容设计上,采用原理类与设计类双轨并行。原理类内容重点围绕四杆机构、凸轮机构、齿轮机构、轮系运动特性分析进行,主要针对机构的运动规律和特性进行,依托 Adams 软件进行运动学仿真来设计课程教学案例,并将机械原理课程设计的牛头刨床机构的理论分析作为仿真验证的综合案例;设计类内容主要针对机构的零件、轴承等标准件、轴系等内容,重点围绕轴系结构、零件强度分析来设计课程教学案例,并将机械设计/机械设计基础的课程设计二级齿轮减速器作为三维建模的综合案例。依托 SolidWorks 进行三维建模与结构分析。通过两类内容的有机结合,构建“分析问题-提取模型-理论



计算 - 软件验证 - 优化设计”的完整工程思维链条。

### 3.2. 开发“理论 + 数据 + 仿真”一体化的模块化教学案例库

基于机械设计基础课程的核心知识点, 构建模块化案例库的标准化框架, 采用“问题背景 - 理论支撑 - 技术方案 - 实验数据”四维架构进行系统设计。针对齿轮传动、四杆机构、凸轮机构等典型机械系统, 明确每个案例的理论支撑点(如齿轮啮合原理、四杆机构、凸轮运动规律设计), 并建立数学模型(如渐开线方程、机构运动学分析矩阵)。利用 SolidWorks 进行三维建模, 确保机构参数可调(如齿轮模数、凸轮轮廓曲线), 为后续仿真分析奠定基础。同时, 结合工程实际问题(如齿轮磨损、机构卡死)设计案例背景, 增强理论与工程实践的联系。

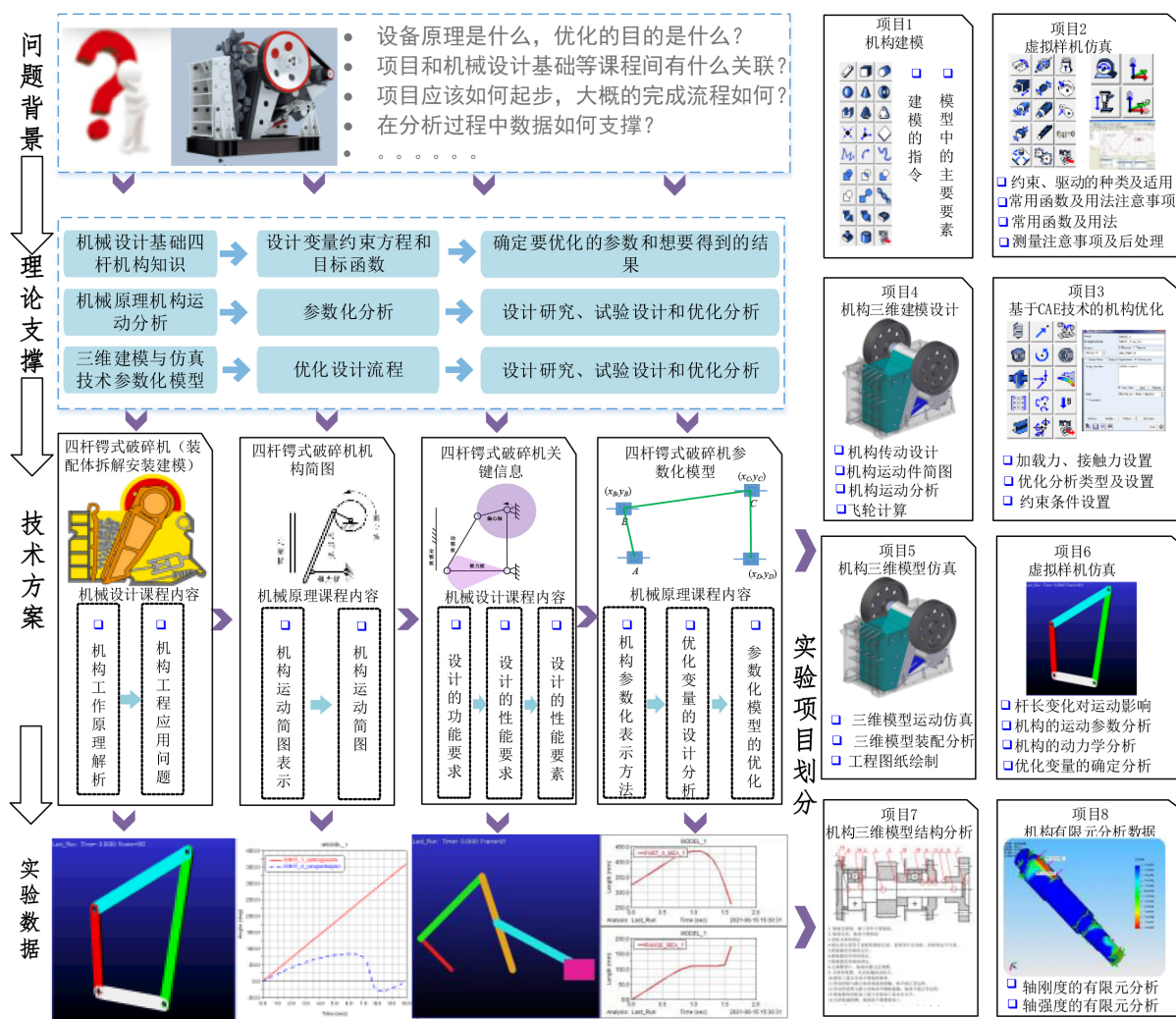


Figure 3. Overview of an integrated project for analyzing four-bar mechanism characteristics

图 3. 四杆机构特性分析的综合项目介绍

基于 ADAMS 和 SolidWorks Motion 等虚拟样机仿真软件, 构建高保真动力学仿真模型, 模拟典型机械系统的运动学和动力学行为。例如, 在四杆机构案例中, 可视化急回特性及死点位置; 在凸轮机构案例中, 仿真不同运动规律(等速、等加速)下的从动件动态响应。结合 MATLAB 进行数据后处理, 生成关

键参数(如速度、加速度、啮合刚度)的变化曲线,并开发交互式可视化界面,支持参数调整与实时仿真反馈。通过动画、曲线图、动态云图等多模态呈现方式,使抽象概念(如瞬心、压力角)直观化,提升学生的理解效率。

将仿真模型、数据分析脚本和可视化资源整合为标准化教学案例包,形成结构化案例库。每个案例包含理论文档、仿真文件、实验数据及交互式学习模块,支持课堂演示、实验教学和自主学习等多种应用场景。通过教学试点(如高校机械设计课程)收集学生反馈,评估案例库的教学效果,重点考察理论理解深度、工程问题分析能力等指标。基于反馈数据优化案例设计,如调整仿真参数范围、增强数据可视化交互性,最终形成覆盖核心知识点、具备工程实用性的模块化教学案例库,为机械设计课程提供可推广的数字化教学资源。以四杆机构为例,案例库如图3所示。

#### 4. 教学应用与效果分析

为系统评估所构建的可视化教学案例库在实际教学中的效果,本研究采用多种方法进行数据收集与分析,以验证案例库对学生理论知识掌握、工程实践能力及学习体验的影响。问卷调查:学期末向授课班发放学习体验问卷,从“案例理解度”“学习兴趣”“课堂参与感”“理论与工程联系认知”四个维度进行调查。课程设计作品评分:在授课班中随机选取5名学生和课程组2位同课程授课教师进行半结构化访谈,从案例合理性、知识覆盖度、数据分析度、理论结合度对涵盖机构运动分析、受力计算与工作特性判断等核心知识点的教学案例进行评价,了解其对案例库的使用体验与认知变化。

在学期末向授课班级发放学习体验问卷,共回收有效问卷48份。问卷调查结果显示,87.5%的学生认为可视化案例“有助于理解抽象概念”,91.7%的学生表示“案例库提升了课堂参与感与互动意愿”,85.4%的学生认为“通过案例学习,能更清晰地建立理论与工程实践之间的联系”。通过与学生、教师的深度访谈发现普遍认为案例库带来了以下积极体验:认知具象化,学生以前学齿轮啮合只能靠想象,现在通过动态仿真能看到每一刻的接触点力和速度方向,理解起来直观多了。学习闭环形成,从参数调整到仿真运行,再到结果可视化,整个流程让学生清楚地看到自己的设计是如何影响机构性能的,有种设计-验证-优化的完整感。工程意识增强,案例中引入的实际工程问题(如机构卡死、齿轮磨损)让学生意识到理论不是孤立的,而是为解决真实问题服务的。

教学实践数据表明,基于可视化数据分析的案例库可以促进抽象概念理解:通过动态仿真与参数交互,将抽象理论转化为可观测现象,有效降低了学生的认知负荷。强化工程思维训练:案例库构建的“问题-理论-仿真-验证”闭环流程,帮助学生系统建立工程设计与优化思维。提升课堂参与与创新能力:交互式学习模式激发了学生的探索欲望,在课程设计中表现出更高的创新性与实践意愿。本研究虽取得初步成效,但仍存在一定局限,如样本来源较为单一,研究周期偏短,未对不同基础学生的差异化受益进行深入分析。后续研究将扩大样本范围,开展长期追踪,并进一步优化案例库的个性化适配功能,以提升其在多样化教学场景中的适用性。

#### 5. 结论

本文在分析机械设计基础课程目标的基础上,将数字化工具应用到教学案例库的构建中,构建涵盖四杆机构基本特性、凸轮机构基本特性、齿轮传动特性、等核心理论知识的可视化数据教学案例,直观展示动态参数下机构的速度、加速度等动力学参数的时域变化,同时以应力云图、变形动画等形式呈现不同工况下的机械性能,并开展初步的教学实践。通过构建融合多维度数据分析的教学案例库,在一定程度上弥补机械设计基础课程教学中的可视化数据分析短板。通过将可视化分析嵌入课程教学,学生可交互式探索“参数修改-真验证-结果可视化”的全过程,在对复杂工程问题的理解深度和解决能力方

面有积极影响。

## 基金项目

浙江理工大学校级一般教学改革项目(面向机械设计基础课程知识闭环验证能力提升的教学改革研究, 基于可视化数据分析的教学案例库构建及教学实践)。

## 参考文献

- [1] 朱耀武, 田定康. 新工科背景下“机械设计基础”课程改革探索与实践[J]. 佳木斯职业学院学报, 2025, 41(7): 196-198.
- [2] 吴玲, 李林.“产教融合、科教融汇”视域下机械类专业课程教学改革探索与实践——以《机械设计基础》课程为例[J]. 时代汽车, 2025(17): 65-67.
- [3] 汪涛. 基于虚拟仿真软件的工业机器人教学模式创新[J]. 模具制造, 2025, 25(10): 114-116.
- [4] 杨丽萍, 刘健, 周铁玲. 虚拟仿真实践教学在航空类职业教育中的应用研究[J]. 科技风, 2025(29): 22-24.
- [5] 孙梦馨, 郑璐恺, 成焕波, 等. 面向机械类课程群的有限元仿真课程数字化资源建设探索[J]. 科技风, 2025(29): 16-18.
- [6] 曹毅, 周帆. 基于 solidwork 软件转向架仿真模型在教学中的应用[J]. 现代职业教育, 2021(30): 120-121.
- [7] 冯其云. 机械工程控制基础课程中的教学案例分析[J]. 电子技术, 2023, 52(8): 167-169.
- [8] 郭家伟, 朱全, 黄鲁, 等. 可视化机构分析软件 MCAD 在机械原理课程教学的应用[J]. 信息与电脑(理论版), 2024, 36(13): 228-231.
- [9] 李玉宝, 刘善平. 可视化交互式液压实验辅助系统的设计与实现[J]. 中国现代教育装备, 2021(21): 25-27.